

## 福岡県におけるロボットを教材とした 技術教育に関する研究

Study on the technology education that employs robotics as  
teaching material in Fukuoka Prefecture.

森 岡 亮 外 園 公 誠 藤 本 登

Akira MORIOKA Kosei HOKAZONO Noboru FUJIMOTO

教育学研究科技術教育専攻 八女市立南中学校 環境教育講座

(平成17年9月30日受理)

### Abstract

中学校の技術科教育での学習内容と時間数の減少といった問題点を解決するための糸口として、学外教育施設での技術教育関連教室の実施状況についてアンケート調査を行った。ロボットづくりを中心とした体験教室が多く行われている中で、このアンケートの調査結果から、中学校の技術科レベルに合わせた教材の選定など有用な情報が得ることができた。これらの資料を参考にして、他律型ロボットを使った授業実践を試験的に行った結果、ロボット教材を用いることで、機械や電気、加工法などの内容を横断的に学習させることが可能であることが分かった。また、開発した電気回路作成ボードが生徒の学習意欲を高め、電気回路の学習に効果的であることを示した。

キーワード：ロボット教材、技術教育

### 1. 緒言

現在の中学校における技術科教育は、現行の中学校学習指導要領<sup>1)</sup>(以降、新学習指導要領と表記する)の施行に伴い、「年間授業時数の減少」と「学習内容の2分化」といった2つの大きな問題を抱えている。すなわち、平成14年度以前と比較して年間授業時数の減少は半分以上になり、「技術とものづくり」と「情報とコンピュータ」に学習内容が2分化されたことで、ものづくりに関する学習内容が大幅に減少し、技術科本来の学習<sup>2)</sup>が困難になってきている。これは、「情報とコンピュータ」の授業内容がソフトウェアの使い方や情報モラルといった内容に片寄っていることを見ても言える<sup>3,4)</sup>。

このようなことから、「技術とものづくり」と「情報とコンピュータ」をバランスよく学習させるためには、旧学習指導要領のような各領域での学習を行うのではなく、これらの領域を系統的・横断的に学習させる必要がある。

一方、このような学習内容の教材として、近年ロボット教材が目玉され、授業や児童文化科学館などの学外教育施設でのものづくり教室やロボッ

トコンテストに活用されている<sup>5)</sup>。特に福岡県では、福岡市がロボット開発特区に指定され、北九州市がものづくり関連産業の育成を積極的に行っているという特徴がある。この様な状況下で、関は、同県の中学校技術・家庭科(技術分野)選択授業や総合的な学習の時間において、ロボット教材を用いた授業実践が少ないと報告しているが、技術・家庭科(技術分野)においてロボット教材による機械、電気、材料加工や情報の内容を系統的・横断的に学習させた場合の効果や指導内容の検討は十分に行われていない<sup>6)</sup>。

そこで本研究では、中学校の技術科教育での学習内容と時間数の減少といった問題点を解決するための糸口として、福岡県内における学外教育施設での技術教育関連教室の実施状況についてアンケート調査を行った。その調査をふまえ、中学校技術・家庭科(技術分野)において、ロボット教材の有用性を検討するために、他律型ロボットを用いた授業実践を試験的に行い、ロボット教材と授業で用いる開発教材の学習効果について検討を行った。

表1 学外教育施設で行われる科学技術教育

施設名	教室名	教室内容	対象
福岡県青少年科学館	チャレンジ教室	誰にでもできる簡単な実験・工作教室。	園児～一般
	エンジニア工房	電子キットや身近な素材を使ったものづくり教室。	小・中・高校生と一般
	パソコン教室	パソコン操作の基礎・基本を学ぶ教室。	小学3年生～中学3年生
福岡市立少年科学文化会館	ものづくり体験教室	エネルギーの変換、動力の伝達、摩擦と抵抗を学習する教室。	小学3年生～中学3年生
	かんたんロボットづくり教室 動くおもちゃ教室 理科工作教室	科学技術に関する興味・関心を高め、その重要性を認識させる教室。	小学3年生～中学3年生
	おもちゃづくり教室	科学の原理を利用したおもちゃづくりの教室。	小学1～4年生
北九州市立児童文化科学館	サッカーロボットの製作とプログラミング	自律型のサッカーロボットの製作とプログラミングを行う教室。	小・中学生
	産業教室	北九州マイスターによる実技指導や西部ガス実験教室、九州電力見学とエネルギー実験を通して、企業の技術を体験する教室。	園児と小・中学生、一般
	科学祭り 不思議発見 わくわくサイエンスキッズ	科学やものづくりに関する体験型のワークショップ。	一般
	ロボット工作教室	操作型ロボットを製作する教室。	小学生
福岡ロボスクエア	ロボット塾	次世代ロボット技術者・研究者育成のためのロボット組み立て、プログラミングの教室。	小・中学生

2. 学外教育施設における技術教育

2.1 学外教育施設の現状

表1に福岡県内の学外教育施設で実施されている科学技術教育の現状を示す。表より、これらの施設で行われている教育は、理科・工作的な内容から特定の材料を使ったものづくりやロボットの製作・競技といった内容まで多種多様であることが分かる。また、これらを実施している組織は表の他に、福岡県木材組合連合会と福岡市環境局、発明協会福岡支部、教育系・工学系大学などがある。

そこで、これらの教育内容の問題点を明らかにするために福岡県青少年科学館と福岡市立少年科学文化会館、北九州市立児童文化科学館に対して、アンケート調査(郵送)を実施した。図1に、ものづくり体験教室の実施状況として、(a)に対象学年、(b)に講師・補助の数、(c)に活動形式、(d)に教材の使用法を示す。

図(a)より、受講者の5割強が小学生、2割強が中学生であることが分かる。したがって、これらの対象教室の内容や教材について調査することは、中学校技術分野の教育の参考になると言える。

図(b)より、教室の半数近くは講師補助者の数が6名以上と多く、特に小学生対象の教室ほどその数は増したが、図(c)に示すように、これらの教室の活動形式が実習主体であるため、講師補助者の数は0にはならなかった。

図(d)より、半数以上の教室でオリジナルの教材が使用されており、市販品を部分的に使用しているものを含めると全体の8割となる。このことから、市販教材を一部改良することで、教育効果を高めていることが分かる。

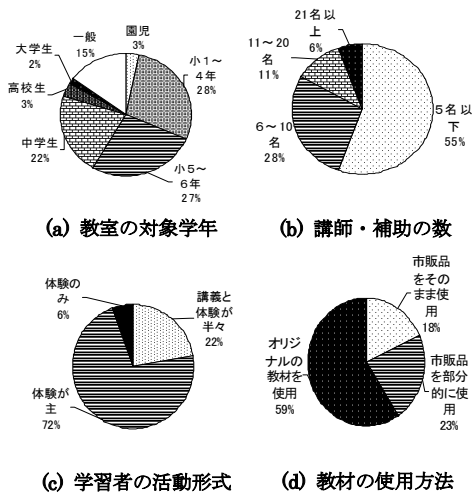


図1 学校外教育施設でのものづくり体験教室の実施状況

なお、学習者や事業に対する評価は全ての教室で行われているが、その評価方法はアンケートや感想、行動観察を主としており、実施前後の比較による学習効果の検討は行われていない。

## 2.2 施設で使用されているロボット

このような教育施設で使用されているロボット教材には、後述するオリジナルロボットや市販のロボット（サッカー、虫型やブロック型など）であり、値段や作り易さ、用途によって使い分けられている。ここでは、後の授業実践で用いた教材について示す。

### (1)オリジナルロボット

図2に示す他律型ロボットは通称ザリガニロボットと呼ばれ、モータ2個、電池ボックス2個、3Pまたは6Pスイッチ2個、リード線、ボディ材で構成されている。このロボットはボディやコントローラに使う材料を製作者が自由に選択できるため、学習意欲が高い。したがって、この教材を用いることで電気の流れや電気回路、3Pスイッチの仕組み、モータの働き、工具の使い方などを学習させることができる。なお、スイッチを6Pスイッチにすることで電気回路が簡単な教材にすることができる。

### (2)ROBODESIGNER RDS-X01:Platform

図3に示すJ社から市販されているロボットは、コントローラのRDC-101、入力タッチセンサとアナログ赤外線センサ、出力のDCモータ付ギヤボックス、ボディ用の構造部品で構成されており、認識した環境に対応して動きをマイコンで制御する自律型ロボットである。このロボットの特徴は、ロボット製作を通じて、動力源であるモータやギヤボックスの仕組み、部品選択や部品の取り付けに関する学習を行うことで「技術とものづくり」に関する内容を学習させることができ、また、同時にロボットを動作させるためにプログラミングやセンサ調整を行うことで、「情報とコンピュータ」に関する内容を広範囲に学習させることができる点である。制御プログラム作成には、専

用のタイル形式のプログラミングソフト「TiColla」が使われており、各命令を表すブロックを組みあわせて、簡単にプログラムを作成することができる。このタイルを並べる作業は、フローチャートの作成の作業に類似しており、プログラムの構成を理解するのに役に立つ。また、上級者向けとして、C/C++での開発環境も整備されており、発展的な学習も可能である。

## 3. 中学校におけるロボットを用いた授業実践

### 3.1 授業実践の対象校と学年

授業実践を行った福岡県の公立A中学校（全校生徒数343名、職員数22名）は2学期制を導入しており、技術・家庭科（技術分野）の授業は半期に集中して行われているため、授業が2時間（1時間50分間とする）続きとなっている。

授業実践は2年1組（男子22人、女子18人）を対象に、2004年11月上旬から2005年3月上旬に行った。なお、2学年の生徒は1学年の時に「技術とものづくり」に関する学習で本立ての製作を行っているが、旧学習指導要領の「電気」領域的な学習や「情報とコンピュータ」に関する学習は行っていない。さらに、これまでの学習において、生徒の中には作品を完成させることが出来なかった生徒もおり、ものづくりでの達成感や面白さを感じていない生徒もいる。

### 3.2 授業計画

ロボット教材（他律型ロボットと自律型ロボット）を用いることで、①授業時数の減少、②「情報とコンピュータ」の大幅な拡大によるその他の領域内容の大幅な減少に対応した「技術とものづくり」、「情報とコンピュータ」を系統的・横断的に学習させることを目的とし、他律型（ザリガニ）ロボットと自律型ロボット（ROBODESIGNER）を用いた授業を計画した。表2に単元構成とその概要を示す。他律型（ザリガニ）ロボットの製作では、「材料選択」と「電気基礎」を学ばせることで、ものづくりの基礎的要素を身につけさせる。自律



図2 ザリガニロボット



図3 ROBODESIGNER RDS-X01:Platform

表2 単元構成と授業の概要

単元	授業の概要
他律型(ザリガニ)ロボットの製作	<ul style="list-style-type: none"> <li>身近になりつつあるロボットについて学習させ、ロボットのエネルギー源が電気エネルギーであることを明らかにする。</li> <li>電気の流れ、電気回路の製作、モータやスイッチの仕組み、回路図の書き方、色々な工具の使い方などを学習させる。</li> </ul>
自律型(タッチセンサによる障害物回避)ロボットの製作	<ul style="list-style-type: none"> <li>自律型ロボットに使われているギヤとセンサの学習をする。ギヤの学習では、ギヤと回転数の関係、回転数とトルクの間接関係を学習させる。センサの学習では、センサの仕組みと役割について学習させる。また、身近に使われているセンサを知り、生活に目を向けさせる。</li> </ul>
プログラム作成及び競技会	<ul style="list-style-type: none"> <li>プログラムの基礎・基本を学習させる。私たちの生活する中に、プログラムで制御されている製品が溢れていることに気付かせる。</li> <li>自分たちで作ったロボットにプログラムを転送し、実際にロボットを動かすことで、ロボットのプログラムの問題点及び製作上の問題点に気付かせ、改善出来る能力を付けさせる。</li> </ul>
エネルギー環境教育(ロボットと社会)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットの動力源である電気エネルギーとロボット製作に用いられた工作機械に視点をあて、エネルギーと環境、我々の生活と社会のつながりを意識させる。</li> </ul>

型(障害物回避)ロボットの製作では、ギヤやセンサの仕組みと使い方の学習を行うことで、自動車や自動ドアなどの様々な機器の基本的な仕組みについて理解させる。

プログラム作成及び競技会では、ロボットの動作確認を通して、コンピュータとものづくりを絡めた体験的な学習を行う。エネルギー環境教育では、ロボットのエネルギー源の(電気)と工作機械や家電製品の関係を考えさせることで、エネルギーと環境や生活と社会のつながりを意識させる。

### 3.3 授業実践計画

本研究では、3.2節で示した授業計画のうち、他律型ロボットの製作の授業実践を行う。「材料選択」と「電気基礎」を学ばせることで、ものづくりの基礎的要素を身につけさせることを目的とする。さらに、その学習を通して、ものづくりの楽しさを感じさせる。

第1次 ロボットの基礎知識(2時間)

第2次 電気基礎(3時間)

第3次 ロボット製作(4時間)

第4次 ロボット発表会(2時間)

以下に各授業の概要を示す。

#### ●第1次 ロボットの基礎知識(2時間)

他律型ロボットの製作にあたり、生徒のロボットに対する認識調査を行い、身近になりつつあるロボットについて学習させることで、社会において技術が果たす役割について理解させることを目的とする。指導内容は以下の4点である。

- 自律型ロボットと他律型ロボットの違い
- 社会で活躍しているロボットの紹介
- 身近なロボットの紹介

- ロボットの動力源

#### ●第2次 電気基礎(3時間)

他律型ロボットの製作にあたり、電気の流れやロボットを構成する電気部品の仕組みの学習を通して、電気回路を作成する能力を習得させることを目的とする。そのため、電気回路作成ボードを用い、電気回路の作成を効率的に行う。実際に電気回路を作成することで、生徒の授業に対する意欲を促す。指導内容は以下の2点である。

- 図記号、回路図の確認
- ショート現象と原理及び危険性

#### ●第3次 ロボット製作(4時間)

他律型ロボット製作を通して、加工に適切な工具を選択し、適切な工具の使用ができる能力を習得させることを目的とする。指導内容は以下の5点である。

- ニッパによるコードの皮膜剥ぎ
- ワイヤストリッパの紹介と皮膜剥ぎ
- ハンダの使用法と注意点
- ホットボンドの使用法と注意点
- 絶縁の方法

#### ●第4次 ロボット発表会(2時間)

発表会を行うことで、友人の製作過程での工夫や発見を聞き、ものづくりにおける発想力の育成を目的とする。指導内容は以下の2点である。

- 自律型ロボットの可能性
- 技術的評価方法

### 3.4 電気回路作成ボード

授業実践を行うにあたり、他律型(ザリガニ)ロボットの製作で使用する副教材として電気回路作成ボードを製作した。この副教材は、生徒がモータや構想した電気回路の動作確認を容易に行う

ために利用した。

図4に示すようにこの教材は、プラグが両端についた配線を本体のソケット部に差し込むことで、回路を作成することが可能であり、電源の正負（電池の向き）によってモータの順回転、逆回転を学習することができる。

実践にあたり、数名の技術科教員による評価から以下の問題点が分かった。

- ①電池ボックスが裏に付いているため、生徒から見えない。
- ②ベニア板でボードを製作したため、裏の配線がどうなっているか見えない。

問題点を改良し、授業に用いた教材を図5に示す。この教材では、それらの改良に加え、同一の場所から複数の配線ができるようにするため、ソケットを長めのネジに変更し、プラグをワニ口クリップに変更した。その結果、モータの順回転と、逆回転に加え、2枚の本教材を組みあわせることによって、ザリガニロボットの回路作成が模擬できるようになった。

### 3.5 授業実践及び結果・考察

#### ●第1次 ロボットの基礎知識（2時間）

事前に行った「身近なロボットとは？」という質問に対し、図6に生徒の回答を示す。なお、この

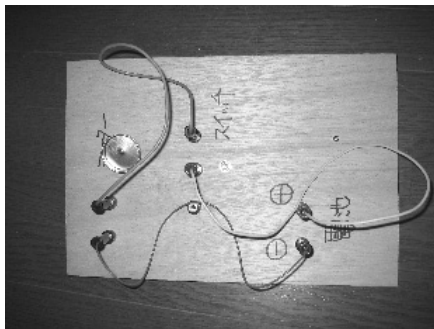


図4 電気回路作成ボード

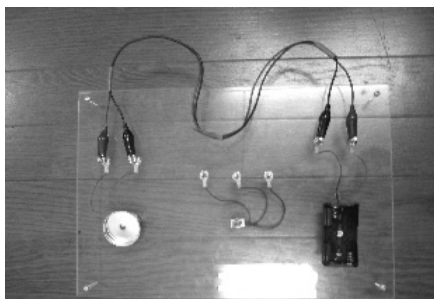


図5 改良型電気回路作成ボード

回答の割合は生徒1人の最大回答数を2個とし、総回答数で割った値である。図より、生徒のロボットに対する意識は低く、社会や生活の中でロボットが多用されていることを意識していないことが分かった。

そこで、授業ではビデオ教材やロボット教材(他律型ロボットや障害物回避ロボット、からくり人形など)を用い、身近になりつつあるロボットの紹介や実際にロボットを「見る」、「触る」などの体験的な活動を行った。

その結果、授業後の感想文を見ると、約5割の生徒が「社会の中では色々なロボットが活躍していることが分かった」と挙げており、また、約7割の生徒が「ロボット製作が楽しんだ」と回答している。さらに、ロボット製作に対して否定的な感想文は見られなかった。このことより、本授業によって、生徒が社会や生活とロボットのつながりを意識していることが分かった。また、ロボット教材を用いた体験的な活動を行うことが、ロボットへの興味・関心を高めることに有効であることが分かった。

#### ●第2次 電気基礎（3時間）

電気回路作成ボードを用いた回路作成実験では、9割強の生徒が実験に興味を示し積極的に取り組んだ(図7)。電気回路作成ボードを2枚組み合わせ行なった他律型ロボットの動作回路の作成では、教師がヒントを与えながらではあったが、5グループ中、3グループが他律型(ザリガニ)ロボットの動作回路を作成できた。他の2グループに関しても、1つのモータを1つのスイッチで順回転、逆回転が出来る回路が作成でき、達成感を感じている生徒が約5割程度と多かった。

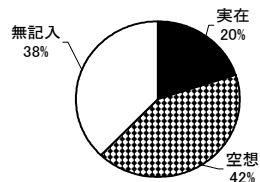


図6 生徒がイメージするロボット



図7 回路作成の授業風景

この結果を、本大学における技術専攻の1年生がヒントのみで動作回路の作成を行った結果と比較した(図8)。図より教材とヒントを使って回路作成を行った中学生の方が、大学生よりも他律型ロボットの動作回路の正解率が約8倍高かった。このことより他律型ロボットの回路作成における本副教材の有効性が確認できた。

●第3次 ロボット製作(7時間)

ニッパによる皮膜剥ぎについては、8割程度の生徒が苦勞していた。しかし、「ニッパの根元の穴にコードを入れ、皮膜剥ぎをする」というポイントを教えると皮膜剥ぎが出来る生徒が約9割に急増した。これは、生徒に皮膜剥ぎの経験がなく、皮膜剥ぎの方法を知らないためだと考えられる。

はんだ付けについては、ほとんどの生徒がその経験がなく、溶かしたはんだがダメになっていた。しかし、生徒全体に「まず、接続したい所をはんだごてで5秒程度温め、それからはんだをのせる」というポイントを指導すると、約6割の生徒ができ、できない生徒の対する個別指導を行うと、9割以上の生徒がそれをできるようになった。

ボディの製作では、8割以上の生徒がデザインに時間を費やし、全体の予定時間数よりも3時間上回った。これは教師側の指導として、他律型ロボットに必要な機能や動作などをはっきり提示しなかったためと考えられる。また、この時の生徒

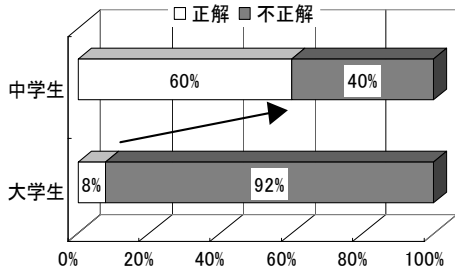


図8 教材利用の有無による回路作成に対する達成度の違い

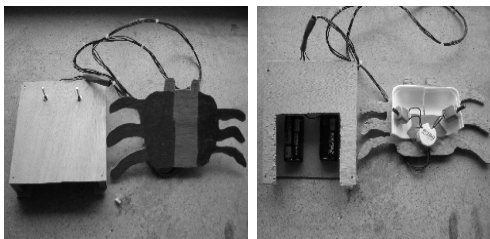


図9 生徒作品の一例

の作品の多くは、形や色などデザインを重視したロボットであった。図9に作品の一例を示す。図10に材料選択における事後アンケートの結果を示す。図10より、本ロボット製作において、生徒が使用した材料は、加工性の高いトレイやペットボトルが約7割、木材が約2割であることが分かった。しかし、もう一度他律型ロボットを作るときに選ぶ材料を質問したところ、強度の高い木材や金属を選択する生徒が約7割に増加した。これは、授業中に多くの生徒が「軽すぎる」や「壊れやすい」という自分のロボットの問題点を指摘していたことが原因であると考えられる。このことより、生徒はロボットには適切な材料が存在し、材料選定を行う必要があることを認識していることが分かった。

●第4次 ロボット発表会(2時間)

発表会を5~6人のグループで行うことで積極的な発表が見られた。発表会では友人のロボットを評価することで、ロボット製作から得た経験やアイデアを聞き、ものづくりの面白さを共有することができた。図11に発表会の様子を示す。

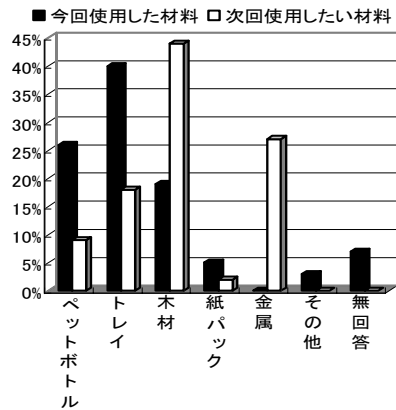


図10 材料選択における授業後の意識変化



図11 発表会の様子

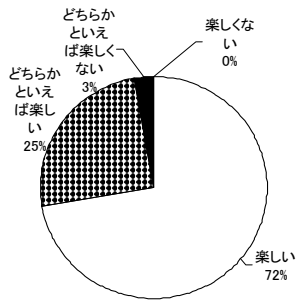


図12 ロボットづくりに意欲・関心を示した生徒の割合

図12に授業に対して意欲関心を示した生徒の割合を示す。図より、「ロボット製作は楽しいですか?」の問いに対して、約9割の生徒が楽しいと肯定的に捉えている。このことより、生徒はものづくりの楽しさを感じていることが分かった。

#### 4. 結言

本研究では、中学校の技術科教育での学習内容と時間数の減少といった問題点を解決するための糸口として、福岡県内における学外教育施設での技術教育関連教室の実施状況についてアンケート調査を行った。その調査をふまえ、中学校技術・家庭科(技術分野)において、ロボット教材の有用性を検討するために、他律型(ザリガニ)ロボットを用いた授業実践を試験的に行い、ロボット教材と授業で用いる開発教材の学習効果について検討を行い、以下のことが分かった。

- (1) 学外教育施設で行われている教育の大部分は小・中学生向けのロボットづくりを中心とする体験教室が全体の約8割行われている。
- (2) 中学校の技術・家庭科(技術分野)においても、

ロボット教材(他律型ロボットや自律型ロボット)は生徒の興味・関心を引きつけることができる教材の1つである。

- (3) ロボット教材を用いることで、機械や電気、材料の加工法などの内容を横断的に学習させることができる。
- (4) 開発した電気回路作成ボードが生徒の学習意欲を高め、電気回路の学習に効果的である。
- (5) ロボット製作を通じて、強度や加工性など自分の必要とする材料の特性を考慮した材料選定が出来るようになった。

#### 謝辞

授業実践において、八女市立南中学校長黒田耕平校長の協力を得た。また、本研究の一部は北部九州エネルギー環境教育研究会から助成を得た。ここに謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説-技術・家庭編、文部省、1999。
- 2) 近藤 義美, 技術科の授業論, 開隆堂, 1990。
- 3) 大柳 慎哉, 福岡教育大学修士論文「科学技術教育におけるロボットを用いたものづくりに関する研究」, 2004。
- 4) 河野 義顕ら他2名, 技術科の授業を創る一学力への挑戦, 学文社, 1995。
- 5) 藤本 登, 日本産業技術教育学会第46回全国大会講演要旨集, 93, 2003。
- 6) 関 麻由美, 福岡教育大学修士論文「自律型ロボット製作を題材にした授業展開に関する研究」, 2005。

#### Summary

A questionnaire survey on the practice of technology education-related classroom outside school was carried out in order to find out a solution to the problems Junior-high technology education faces today, such as contents of learning and reduction of class hours. Useful information was obtained from the survey on many hands-on bases robotics classes such as the selection of teaching material suitable to the junior high level. Based on the survey experimental classes were offered using heteronomy type crawfish robots. As a result, it has become clear that robotics classes are able to cover wide range of study contents such as mechanics, electricity and processing. Also, electrical circuit board we have developed showed its capability as an effective teaching material, which has a possibility of increasing motivation for learning among students.

Key word: Robotics teaching material, technology education